

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

97 EP 0 784 753 B 1

10 DE 696 11 078 T 2

51 Int. Cl. 7:  
F 04 B 35/04  
F 04 B 39/10  
F 04 B 39/12

DE 696 11 078 T 2

- |    |   |                |
|----|---|----------------|
| 21 | Deutsches Aktenzeichen:                               | 696 11 078.4   |
| 66 | PCT-Aktenzeichen:                                     | PCT/KR96/00140 |
| 96 | Europäisches Aktenzeichen:                            | 96 927 921.5   |
| 87 | PCT-Veröffentlichungs-Nr.:                            | WO 97/07334    |
| 86 | PCT-Anmeldetag:                                       | 20. 8. 1996    |
| 87 | Veröffentlichungstag<br>der PCT-Anmeldung:            | 27. 2. 1997    |
| 97 | Erstveröffentlichung durch das EPA:                   | 23. 7. 1997    |
| 97 | Veröffentlichungstag<br>der Patenterteilung beim EPA: | 29. 11. 2000   |
| 47 | Veröffentlichungstag im Patentblatt:                  | 5. 4. 2001     |

30 Unionspriorität:

9525664	21. 08. 1995	KR
9525665	21. 08. 1995	KR

73 Patentinhaber:

LG Electronics Inc., Seoul/Soul, KR

74 Vertreter:

COHAUSZ & FLORACK, 40472 Düsseldorf

84 Benannte Vertragsstaaten:

DE, IT, SE

72 Erfinder:

PARK, Jung Sik, Kwangmyung, Kyungki-do  
423-030, KR; LEE, Hyung Kook, Kunpo, Kyungki-do  
435-040, KR

54 AXIALES STRÖMUNGSVENTILSYSTEM IN KOMBINATION MIT EINEM LINEAREN KOMPRESSOR

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 11 078 T 2

28.10.00

EP-Veröffentlichungs-Nr.

0784753

BEREICH DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft ein axiales Strömungsventilsystem in Kombination mit einem linearen Kompressor, umfassend ein erstes und ein zweites Auslaßventil, die sich in einer Innenbohrung einer Kopfabdeckung befinden, die an einem Ende eines Zylinders befestigt ist, ein elastisches Element, das an einer Seite der Innenbohrung der Kopfabdeckung angeordnet ist, um auf elastische Weise das erste und das zweite Auslaßventil zu halten, und ein Einlaßventil, das durch einen Kolbenbolzen unbeweglich an einem zentralen Abschnitt eines vorderen Endes eines Kolbens befestigt ist, der sich innerhalb eines Zylinders befindet, um ein Kühlmittel hindurchzuleiten. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein verbessertes axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor, das in der Lage ist, die Funktionsweise des Kompressors durch sichere Befestigung eines Einlaßventils, welches das axiale Strömungsventil umfaßt, zu verbessern, um eine unerwünschte axiale Bewegung des Einlaßventils zu verhindern, die Öffnungs- und Schließvorgänge sofort auszuführen und die Zuverlässigkeit eines Öffnungs- und Schließvorgangs am Ventil zu verbessern.

STAND DER TECHNIK

Um die Mängel eines Kompressors, der eine Drehkurbelwelle verwendet, zu beseitigen, wurde in jüngster Zeit ein linearer Kompressor entwickelt, um einen Kolben mit Hilfe eines Magneten und einer Spule anstatt einer Kurbelwelle hin- und herzubewegen, wodurch die Anzahl der Bauteile und die Herstellungskosten verringert werden können, was zu einer verbesserten Produktivität führt. Gleichzeitig

wurde die Motoreffizienz um bis zu mehr als 90 % verbessert, und der Verbrauch an elektrischem Strom wurde verringert.

In einem typischen linearen Kompressor gemäß dem Stand der Technik, wie er in Figur 1 dargestellt ist, ist ein Zylinder 2 mit einem vorherbestimmten Abstand zu einer inneren Bodenfläche eines geschlossenen Behälters 1 angeordnet.

Innerhalb des Zylinders sind Spulengruppen 3, 3' einstückig mit dem Zylinder 2 ausgebildet.

An einem Abschnitt des Zylinders 2 ist eine Kolbenfeder 4 befestigt, und ein Kolben 5 ist mit einem inneren, zentralen Abschnitt der Kolbenfeder 4 verbunden. Diese Verbindung ermöglicht es dem Kolben 5, eine lineare Hin- und Herbewegung innerhalb des Zylinders 2 auszuführen.

Ein Magnet 6 ist an einer äußeren, umfänglichen Oberfläche des Kolbens 5 befestigt, und eine Vielzahl an Montagefedern 7 ist mit der Kolbenfeder 4 und dem geschlossenen Behälter 1 verbunden, um die Kolbenfeder 4 auf elastische Weise zu halten.

Eine Ventilgruppe 8 ist an einem zentralen Abschnitt eines Endes des Zylinders 2 befestigt, und ein Einlaßgeräuschkämpfer 9 und ein Auslaßgeräuschkämpfer 10 sind an den entsprechenden Seiten der Ventilgruppe 8 befestigt.

Im oben beschriebenen linearen Kompressor gemäß dem Stand der Technik führen die am Zylinder 2 befestigte

28.10.00

- 3 -

Spulengruppe 3, 3' und der am Kolben 5 befestigte Magnet 6 eine Funktion eines linearen Motors aus.

Das heißt, durch elektromagnetische Energie und eine Federkraft führt der Kolben 5 wiederholt eine lineare Hin- und Herbewegung innerhalb des Zylinders 2 aus und zieht dadurch ein Kühlmittel durch ein Einlaßventil, welches die Ventilgruppe 8 umfaßt, und verdichtet das Kühlmittel in einer Verdichtungskammer (C), und entläßt danach das verdichtete Kühlmittel durch ein Auslaßventil.

Hier verringern der Einlaßgeräuschkämpfer 9 beziehungsweise der Auslaßgeräuschkämpfer 10, welche an der Einlaßseite beziehungsweise an der Auslaßseite angebracht sind, die vom Kühlmittel verursachten Geräusche.

Im oben beschriebenen herkömmlichen linearen Kompressor stellen die Öffnungs- und Schließabschnitte der Ventile, welche den Durchfluß des Kühlmittels steuern, einen grundlegenden Faktor bei der Verbesserung der Effizienz des Kompressors dar. Um daher die Effizienz des Kompressors zu verbessern, gibt es ein axiales Strömungsventilsystem, in welchem die Fließrichtung des Kühlmittels der Bewegungsrichtung des Kolbens entspricht.

In einem Ventilsystem mit Trägheitsmodus (zum Öffnen und Schließen des Einlaßventils mit Hilfe der Trägheit), welches im herkömmlichen linearen Kompressor verwendet wird, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist, befindet sich eine zylindrische Rille 2a in einem Abschnitt einer inneren umfänglichen Oberfläche des Zylinders 2A.

Darüber hinaus ist an einem zentralen vorderen Abschnitt des Kolbens 5A ein Einlaßventil 11 mit einer Dichtung durch einen Kolbenbolzen 12 befestigt. Hier ist das Einlaßventil 11 so angebracht, daß es nach links und nach rechts bewegt werden kann und somit in der Lage ist, den Durchfluß des Kühlmittels gemäß der Bewegungsrichtung des Kolbens 5A zu steuern.

Eine Kopfabdeckung 13 ist mit einem Ende des Zylinders 2A verbunden, und ein Auslaßventil 14 und eine Feder 15 befinden sich innerhalb der Kopfabdeckung 13. Wenn daher der Druck des Kühlgases, das in der Verdichtungskammer (C) des Zylinders 2A verdichtet wird, die Federkraft der Feder 15 übersteigt, öffnet der Druck des Kühlmittels das Auslaßventil 14, und danach tritt das Kühlmittel durch die Kopfabdeckung 13 aus.

Die Bezugsnummer 5b bezeichnet ein Gewindeloch zum Aufnehmen des Gewindebolzens 12, die Bezugsnummer 11a bezeichnet ein Bolzenloch im Einlaßventil 11, und die Bezugsnummer 13a bezeichnet ein Kühlmittelauslaßrohr, das in der Kopfabdeckung 13 angeordnet ist.

In der Trägheitsmodus-Ventilvorrichtung für den herkömmlichen linearen Kompressor wird im Einlaßzyklus das Kühlmittel in den Kolben 5A durch die Kühlmittleinlaßöffnung 2b des Zylinders 2A und der Kolbenrille 5a angesaugt, wenn der Kolben 5A im Einlaßzyklus vom Auslaßventil 14 wegbewegt wird, und da das Einlaßventil 11 durch die Trägheit geöffnet wird, fließt das Kühlmittel zwischen das Einlaßventil 11 und den Kolben 5A und in weiterer Folge in die Verdichtungskammer (C).

Hier wird eine Bewegung des Einlaßventils 11 über einen vorherbestimmten Abstand hinaus vom Kolbenbolzen 12 begrenzt.

Dann wird, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, bei Durchführung des Verdichtungszyklusses das Kühlmittel in der Verdichtungskammer (C) verdichtet, und dadurch wird der Druck auf das Auslaßventil 14 größer als die Kraft der Feder, und das Ventil 14 wird vom Kolben 5A weg bewegt, was dazu führt, daß das verdichtete Kühlmittel durch das Kühlmittelauslaßrohr 13a der Kopfabdeckung ausgestoßen wird. Hier kommt das Einlaßventil 11 in enge Berührung mit der vorderen Oberfläche des Zylinders 2A, und daher wird der Mindesttotraum beibehalten.

Nach dem oben beschriebenen Verdichtungszyklus wird, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist, das Einlaßventil 11 beim Wegbewegen des Kolbens 5A vom Auslaßventil 14 von der vorderen Oberfläche des Kolbens 5A beabstandet, und danach wird der oben beschriebene Einlaßzyklus wiederholt. Nun wird das Auslaßventil 14 durch die Rückstellkraft der Feder 15 in seinen ursprünglichen Zustand zurückgebracht.

Die Figuren 5 bis 8 zeigen eine Ventilvorrichtung für einen linearen Kompressor gemäß dem Stand der Technik, und es ist ein erstes Auslaßventil 14A und ein zweites Auslaßventil 14B innerhalb der Kopfabdeckung 13 dargestellt.

An einem zentralen Abschnitt des ersten Auslaßventils 14A ist, wie dies in Fig. 7 dargestellt ist, eine Kühlmittelauslaßöffnung 14a ausgebildet, und das zweite Auslaßventil 14B besitzt, wie in Fig. 8 dargestellt, eine

Spiralenform zum Öffnen und Schließen der Kühlmittelauslaßöffnung 14a des ersten Auslaßventils 14A.

Die selben Elemente wie in Fig. 2 sind mit den selben Bezugsnummern bezeichnet.

In dieser anderen axialen Strömungsventilvorrichtung für einen linearen Kompressor gemäß dem Stand der Technik fließt das Kühlmittel, nachdem es durch die Kühlmittleinlaßöffnung 2b des Zylinders 2A und die Zylinderrille 2a in den Kolben 5A geflossen ist, zwischen den Kolben 5A und das Einlaßventil 11, um die Verdichtungskammer (C) zu füllen.

Da das Einlaßventil 11 durch den Kolbenbolzen am Kolben 5A befestigt ist, kann das Ventil 11 nicht über einen vorherbestimmten Abstand hinaus bewegt werden.

Wenn dann der Kolben 5A in die Richtung des ersten Auslaßventils 14A bewegt wird und der Verdichtungszyklus ausgeführt wird, fließt das verdichtete Kühlmittel in die Auslaßöffnung 14a des ersten Auslaßventils 14A.

Hier wird, wie in Fig. 7 und 8 beschrieben, wenn der Kolbenbolzen 12 in die Auslaßöffnung 14a des ersten Auslaßventils 14A während des Verdichtungshubs eingeführt wird, der zentrale Abschnitt des zweiten Auslaßventils 14B durch den Druck geöffnet, und das verdichtete Kühlmittel wird durch das Kühlmittelauslaßrohr 13a der Kopfabdeckung 13 nach außen entlassen.

Das heißt, das zweite Auslaßventil 14B öffnet und schließt sich von selbst, was zu einem sofortigen Öffnen und Schließen des Ventils 14B führt.

28.10.00

- 7 -

Wenn nun hier das vordere Ende des Kolbens 5A in Kontakt mit dem ersten Auslaßventil 14A kommt, drückt die Kraft der Feder 15 gegen das erste Auslaßventil 14A und das zweite Auslaßventil 14B, was zu einem stabilen Betrieb der Auslaßventile führt.

Da aber das Auslaßventil 14 in der axialen Strömungsventilvorrichtung für den linearen Kompressor gemäß dem Stand der Technik im Falle der früheren Vorrichtung elastisch von der Feder 15 gehalten wird, wenn das Auslassen des verdichteten Kühlmittels durchgeführt wird, erfolgt das Öffnen und Schließen des Auslaßventils langsam, und das Einlaßventil 11 kann in der vorderen Oberfläche des Kolbens 5A auf Grund des Druckes des Öls, das für die Schmierung des Kolbens 5A verwendet wird, steckenbleiben, und es kann eine Reibung zwischen dem Einlaßventil 11 und dem Kolbenbolzen 12 erzeugt werden, oder die wiederholte Bewegung des Einlaßventils 11 kann auf nachteilige Weise dazu führen, daß der Durchmesser des Bolzenlochs 11a des Einlaßventils 11, das einstückig mit dem Kolbenbolzen 12 ist, allmählich größer wird. In der Folge kann der Betrieb des Einlaßventils 11 instabil werden, und die Effizienz des linearen Kompressors kann verringert werden.

Des weiteren wird im Falle des letztgenannten herkömmlichen linearen Kompressors die Doppelauslaßventilkonstruktion mit dem ersten Auslaßventil 14A und dem zweiten Auslaßventil 14B verwendet, und als Ergebnis wird vorzugsweise ein sofortiges Öffnen und Schließen des Auslaßventils durchgeführt. Da jedoch das Einlaßventil von der axialen Strömung bewegt wird, können Mängel, die vom Öl in der



früheren Vorrichtung verursacht werden, nicht beseitigt werden, und da das zweite Auslaßventil 14B die Form eines elastischen Dünnsfilms aufweist und es darin während des Auslassens des Kühlmittels zu einer umfangreichen Verdrängung kommt, wenn das Ventil 14B über eine längere Zeit hinweg verwendet wird, kann die Zuverlässigkeit des Ventilbetriebs verringert werden.

Aus US-A-1 764 655 ist ein weiteres axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor bekannt. Dieses axiale Strömungsventilsystem umfaßt einen Ventilmechanismus, der innerhalb der Innenbohrung einer Kopfabdeckung des linearen Kompressors angeordnet ist. Der Ventilmechanismus umfaßt ein Auslaßventil, das aus einer festen Scheibe hergestellt ist, die von einer ersten Feder gegen eine Auslaßöffnung einer Verdichtungskammer des linearen Kompressors gedrückt wird. Das andere Ende der ersten Feder ruht auf einem beweglichen Anschlagelement. Dieses Anschlagelement umfaßt einen verkehrten Abschnitt, der entlang der Mittellinie der ersten Feder zum Auslaßventil hin vorspringt, um dadurch die Bewegung des Auslaßventils zu begrenzen, wenn das Ventil gegen die Rückstellkraft der ersten Feder angehoben wird.

Der Anschlag selbst wird von einer zweiten Feder gehalten, die auf einer Ummantelung ruht, die auf unbewegliche Weise mit der Kopfabdeckung verbunden ist. Die Rückstellkraft der zweiten Feder ist größer als die Rückstellkraft der ersten Feder. Der bewegliche Anschlag kann jedoch die Bewegung des Auslaßventils in die Innenbohrung der Kopfabdeckung nicht begrenzen, da sich auch der Anschlag in die Innenbohrung gegen die Federkraft der zweiten Feder bewegt, wenn der Druck des

28.10.00

- 9 -

verdichteten Gases größer wird als die Federkraft der zweiten Feder. Des weiteren führt die Verwendung einer festen Scheibe, die von einem elastischen Element gehalten wird, als Auslaßventil wiederum zu den zuvor erwähnten Nachteilen, und zwar insbesondere zu einem langsamen Öffnen und Schließen des Auslaßventils; des weiteren kann auch das Einlaßventil an der vorderen Oberfläche des Kolbens auf Grund des Druckes, der zum Anheben der festen Scheibe von ihrem Abdichtungssitz notwendig ist, steckenbleiben.

#### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Die erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes axiales Strömungsventilsystem in Kombination mit einem linearen Kompressor zu schaffen, das in der Lage ist, einen raschen Öffnungs- und Schließvorgang und eine größere Zuverlässigkeit des Öffnungs- und Schließvorgangs eines Ventils zu ermöglichen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes axiales Strömungsventilsystem in Kombination mit einem linearen Kompressor zu schaffen, das in der Lage ist, die Effizienz des Kompressors zu vergrößern, indem es verhindert, daß das Einlaßventil an der vorderen Oberfläche des Kolbens auf Grund von Öl steckenbleibt, das zwecks Schmierung des Kolbens zugeführt wird, und um eine Reibung zwischen dem Einlaßventil und einem Kolbenbolzen zu verhindern.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes axiales Strömungsventilsystem in Kombination mit einem linearen Kompressor zu schaffen, das in der Lage ist, die Effizienz des Kompressors zu

vergrößern, indem es ein Einlaßventil auf sichere Weise an der vorderen Oberfläche des Kolbens befestigt.

Um die oben erwähnte Aufgabe zu erfüllen, wird ein axiales Strömungsventilsystem in Kombination mit einem linearen Kompressor geschaffen, umfassend ein erstes und ein zweites Auslaßventil, die sich in einer Innenbohrung einer Kopfabdeckung befinden, die an einem Ende eines Zylinders befestigt ist, ein elastisches Element, das an einer Seite der Innenbohrung der Kopfabdeckung angeordnet ist, um auf elastische Weise das erste und das zweite Auslaßventil zu halten, und ein Einlaßventil, das durch einen Kolbenbolzen unbeweglich an einem zentralen Abschnitt eines vorderen Endes eines Kolbens befestigt ist, der sich innerhalb eines Zylinders befindet, um ein Kühlmittel hindurchzuleiten, dadurch gekennzeichnet, daß das axiale Strömungsventilsystem des weiteren umfaßt: einen Anschlag, der zwischen dem zweiten Auslaßventil und dem elastischen Element angeordnet ist, um zu verhindern, daß das zweite Auslaßventil in die Innenbohrung der Kopfabdeckung gedrückt werden kann, wobei der Anschlag eine ringförmige Aussparung mit einer vorherbestimmten Tiefe besitzt, die an seiner vorderen Oberfläche ausgebildet ist, und eine Vielzahl an Kühlmittelauslaßöffnungen, die darin an einem Abschnitt desselben angeordnet sind, in dem sie nicht mit einem sich öffnenden und schließenden Auslaßabschnitt des zweiten Auslaßventils in Berührung kommen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die vorliegende Erfindung kann auf Grund der im folgenden vorliegenden detaillierten Beschreibung und den begleitenden Zeichnungen besser verstanden werden, die

28.10.00

- 11 -

ausschließlich veranschaulichenden Zwecken dienen und somit die vorliegende Erfindung in keiner Weise einschränken, und wobei:

Figur 1 eine Querschnittansicht ist, welche die Konstruktion eines linearen Kompressors gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Figur 2 eine Querschnittansicht ist, welche einen Teil eines axialen Strömungsventilsystems für einen linearen Kompressor gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Figur 3 eine Querschnittansicht ist, welche ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor während des Verdichtungszyklusses gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Figur 4 eine Querschnittansicht ist, welche ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor während des Einlaßzyklusses gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Figur 5 eine Querschnittsansicht ist, welche die Konstruktion eines anderen axialen Strömungsventilsystems für einen linearen Kompressor gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Figur 6 eine Querschnittsansicht ist, welche das axiale Strömungsventilsystem von Fig. 5 während des Verdichtungszyklusses zeigt;

Figur 7 eine Perspektivansicht ist, welche ein erstes Auslaßventil des axialen Strömungsventilsystems von Fig. 5 während des Verdichtungszyklusses zeigt;

28.10.00

- 12 -

Figur 8 eine Perspektivansicht ist, welche ein zweites Auslaßventil des axialen Strömungsventilsystems von Fig. 5 während des Verdichtungs Vorgangs zeigt;

Figur 9 eine Querschnittansicht ist, welche ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Figur 10 eine Ansicht von vorne eines Einlaßventils ist, das an ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angepaßt ist;

Figur 11A eine Ansicht von hinten eines ersten Auslaßventils ist, das an ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angepaßt ist;

Figur 11B eine Querschnittansicht eines ersten Auslaßventils ist, daß an ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angepaßt ist;

Figur 12 eine Ansicht von vorne eines zweiten Auslaßventils ist, das an ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angepaßt ist;

28.10.00

- 13 -

Figur 13A eine Ansicht von vorne eines Anschlags ist, der an ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angepaßt ist;

Figur 13B eine Querschnittsansicht des Anschlags ist;

Figur 14A eine Ansicht von vorne eines Kolbens ist, an dem ein Einlaßventil befestigt ist, und das an ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angepaßt ist;

Figur 14B eine Querschnittsansicht entlang der Linie XIVb-XIVb in Fig. 14A ist;

Figur 15 eine Ansicht von vorne eines axialen Strömungsventilsystems für einen linearen Kompressor gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Figur 16A eine Ansicht von vorne eines axialen Strömungsventilsystems für einen linearen Kompressor gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Figur 16B eine Querschnittsansicht entlang der Linie XIVib-XIVib in Fig. 16A ist;

Figur 17A eine Explosionsperspektivansicht ist, welche ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

28.10.00

- 14 -

Figur 17B eine Explosionsquerschnittansicht ist, welche das axiale Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Figur 18 eine Ansicht von vorne eines axialen Strömungsventilsystems für einen linearen Kompressor gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Figur 19A eine Ansicht von vorne ist, welche ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer siebenten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und

Figur 19B eine Explosionsquerschnittansicht entlang der Linie XIXb-XIXb in Fig. 19A ist.

#### MÖGLICHKEITEN ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Bezugnehmend auf die begleitenden Zeichnungen wird nun ein axiales Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben.

Zuerst wird, wie dies in Figur 9 dargestellt ist, in einem axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Einlaßventil 24 unbeweglich und dicht mit einem Kolbenbolzen 23 an einem zentralen Abschnitt eines vorderen Endes eines Kolbens 22 befestigt, der innerhalb eines Zylinders 21 angeordnet ist, um ein Kühlmittel durch dieses hindurchzuleiten.

Ein erstes und ein zweites Auslaßventil 26, 27 sind an einer Innenbohrung 25a einer Kopfabdeckung 25 vorhanden, die an einem Ende des Zylinders 21 befestigt ist.

An der hinteren Seite (der dem Kolben 22 gegenüberliegenden Seite) des zweiten Auslaßventils 27 befindet sich ein Anschlag 28, um zu verhindern, daß das zweite Auslaßventil 27 nach hinten gedrückt werden kann, und zwischen einem Ende der Bohrung 25a der Kopfabdeckung 25 und dem Anschlag 28 befindet sich ein elastisches Element 29, wie zum Beispiel eine Druckfeder, um auf elastische Weise das erste Auslaßventil 26, das zweite Auslaßventil 27 und den Anschlag 28 zu halten.

Das kreisförmige Einlaßventil 24 im axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie es in Fig. 10 dargestellt ist, besitzt eine Fixieröffnung 24a an seinem zentralen Abschnitt, und an seinem umfänglichen Abschnitt besitzt es Einlaßöffnungs- und Einlaßschließabschnitte 24b, 24b zum elastischen Öffnen und Schließen von Kolbenöffnungen (nicht dargestellt), die sich im vorderen Abschnitt des Kolbens 22 befinden.

Das erste Auslaßventil 26, wie es in Figur 11A und 11B dargestellt ist, besitzt eine ringförmige Aussparung 26a an seiner Vorderseite, und eine erste Kühlmittelauslaßöffnung 26b an seinem zentralen Abschnitt.

Das zweite Auslaßventil 27 besitzt eine spiralenförmige Form, wie dies in Fig. 12 dargestellt ist, und weist an seinem zentralen Abschnitt einen Auslaßöffnungs- und



28.10.00

- 16 -

Auslaßschließabschnitt 27a auf, um die erste Kühlmittelauslaßöffnung 26a des ersten Auslaßventils 26 zu öffnen und zu schließen.

An der vorderen Seite des Anschlags befindet sich, wie in Figur 13A und 13B dargestellt, eine kreisförmige Aussparung 28a mit einer Tiefe von 0,4-0,5 mm, und eine Vielzahl einer zweiten Kühlmittelauslaßöffnung 28b ist an Abschnitten desselben angeordnet, wo sie nicht mit dem Auslaßöffnungs- und Auslaßschließabschnitt des zweiten Auslaßventils 27 in Berührung kommen können.

Die Bezugsnummern 30 bezeichnen ein Kühlmittelauslaßrohr.

Nun werden der Betrieb und die Auswirkungen des axialen Strömungsventilsystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Während des Einlaßhubs des Kolbens strömt Kühlmittel, das von der Rückseite des Kolbens 22 zugeführt wird, in die Richtung des Pfeils in Fig. 9 und tritt durch die Öffnungen des Kolbens 22 hindurch, drückt die Einlaßöffnungs- und Einlaßschließabschnitte 24b, 24b des Einlaßventils 24 auf und wird schließlich in die Verdichtungskammer (C) gesogen.

Danach wird das Kühlmittel, wenn der Kolben 22 zum ersten Auslaßventil 26 bewegt und der Verdichtungszyklus ausgeführt wird, innerhalb der Verdichtungskammer (C) verdichtet.

Hier kommt das Einlaßventil 24 während des Verdichtungshubs des Kolbens in engen Kontakt mit der

28.10.00

- 17 -

vorderen Oberfläche des Kolbens 22 und schließt aus diesem Grund die Kolbenöffnungen des Kolbens.

Danach fließt das Kühlmittel, welches in der Verdichtungskammer (C) verdichtet wurde, durch die Kühlmittelauslaßöffnung 26a des ersten Auslaßventils 26, drückt den Auslaßöffnungs- und Auslaßschließabschnitt 27a des zweiten Auslaßventils 27 auf und wird danach durch die zweite Kühlmittelauslaßöffnung 28b des Anschlags 28 zur Bohrung 25a der Kopfabdeckung 25 geleitet und schließlich durch das Kühlmittelauslaßrohr 30 nach außen geführt.

Da die Öffnung des Auslaßöffnungs- und Auslaßschließabschnitts 27a des zweiten Auslaßventils 27 vom Anschlag 28 begrenzt wird, ist hier die Öffnung dieser Bewegung nicht so groß.

Wenn das vordere Ende des Kolbens 22 mit dem ersten Auslaßventil 26 in Berührung kommt, übersteigt, da das Einlaßventil 24, welches an der vorderen Oberfläche des Kolbens befestigt ist, das erste Auslaßventil 26 berührt, die Kraft, welche auf das erste Auslaßventil 26, das zweite Auslaßventil 27 und den Anschlag 28 einwirkt, die Kraft des elastischen Elements 29, und diese Elemente werden dadurch nach hinten gedrückt.

Somit wird durch die Pufferwirkung des ersten Auslaßventils 26 das Ventil sicher betrieben.

Hier wird der Kopfabschnitt des Kolbenbolzens 23 in die erste Kühlmittelauslaßöffnung 26a des ersten Auslaßventils 26 eingeführt, und dadurch drückt das Einlaßventil 24 gegen das erste Auslaßventil 26.

Wenn der Kolben 22 ein weiteres Mal zurückgezogen wird, um den Einlaßzyklus auszuführen, wird die erste Kühlmittelauslaßöffnung 26a des ersten Auslaßventils durch die Rückstellkraft des Auslaßöffnungs- und Auslaßschließabschnitts 27a des zweiten Auslaßventils 27 geschlossen, um ein weiteres Auslassen des Kühlmittels zu verhindern, und das vom hinteren Abschnitt des Kolbens 22 zugeführte Kühlmittel fließt durch die Kolbenöffnungen des Kolbens 22, drückt die Einlaßöffnungs- und Einlaßschließabschnitte 24b, 24b des Einlaßventils 24 auf und wird dann in die Verdichtungskammer (C) gesogen.

Wie oben beschrieben werden die Einlaß-, Verdichtungs- und Auslaßzyklen des Kühlmittels in Übereinstimmung mit der wiederholten linearen, hin- und hergerichteten Bewegung des Kolbens 22 ausgeführt.

Nun wird das axiale Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer zweiten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

Bei der zweiten bis siebenten Ausführungsform werden nur die Konstruktion und die Merkmale des fixierten Einlaßventils beschrieben.

Wie in Fig. 14A und 14B dargestellt, befindet sich in einem axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß einer zweiten Ausführungsform eine Kerbe 32 mit einer Wand 32a, 32a' an jeder Seite und einer Tiefe von 01,-0,5 mm im äußeren umfänglichen Vorderabschnitt des Kolbens 31.

28.10.00

- 19 -

Am vorderen zentralen Abschnitt des Kolbens 31 befindet sich ein Einlaßventil 41, das mit einem Kolbenbolzen 33 fixiert ist, der einen Zentrierabschnitt 42 aufweist, welcher in die Kerbe 32 im Kolben 31 eingefügt ist.

Die Einlaßöffnungs- und Einlaßschließabschnitte 43, 43 des Einlaßventils 41 sind auch symmetrisch angeordnet, um die Kolbenöffnungen 31a, 31a zu öffnen und zu schließen, die sich am vorderen Abschnitt des Kolbens 31 befinden. In der Mitte des Einlaßventils 41 ist ein Fixierloch 44 ausgebildet, um einen Kolbenbolzen 34 zu fixieren, und der Zentrierabschnitt 42 erstreckt sich zwischen den Einlaßöffnungs- und Einlaßschließabschnitten 43, 43 in radialer Richtung.

Da im axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der zweiten Ausführungsform mit der oben beschriebenen Konstruktion die Kerbe 32 mit den Wänden 32a, 32a' am vorderen Abschnitt des Kolbens 31 ausgebildet ist und das Einlaßventil 41 den erweiterten Zentrierabschnitt 42 umfaßt, wird, wenn das Einlaßventil 41 vom Kolbenbolzen 33 am Kolben 31 fixiert wird, das Ende des Zentrierabschnitts 42 zwischen den Wänden 32a, 32a' der Kerbe 32 im Kolben 31 gehalten, und in der Folge kann das Einlaßventil 41 in einer stabileren Position fixiert werden.

Darüber hinaus wird während des Betriebs des Einlaßventils 41 die zufällige Bewegung oder Drehung des Einlaßventils 41 verhindert, was zu einer verbesserten Zuverlässigkeit beim Öffnen und Schließen des Einlaßventils 41 führt.

28.10.00

- 20 -

Wie in Fig. 15 dargestellt, ist im axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Zentrierabschnitt 142 ähnlich wie der Abschnitt 42 in Fig. 14 ausgebildet, doch ist er in diesem Fall breiter, und Einrastabschnitte 142a, 142a' sind an den Kanten desselben ausgebildet, und Kerben 134, 135 mit Wänden 134a, 135a sind an beiden Seiten des vorderen, äußeren umfänglichen Abschnitts des Kolbens 131 ausgebildet.

Daher wird auf Grund der großen Breite des Zentrierelements 142 die Festigkeit des Einlaßventils 141 auf vorteilhafte Weise erhöht.

Wie in Fig. 16A und 16B dargestellt, ist im axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das Einlaßventil 241 mittels eines quadratischen Vorsprungs 236 am Kolben 231 angeordnet, und das Einlaßventil 241 ist mit dem Kolbenbolzen 233 am Kolben 31 befestigt.

Der quadratische Vorsprung 236, der am verlängerten Zentrierabschnitt des Einlaßventils 241 ausgebildet ist, wird in einer quadratischen Aussparung 237 aufgenommen, die in einem vorderen Abschnitt des Kolbens 231 ausgebildet ist.

In der oben beschriebenen vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind der Kolben 231 und das Einlaßventil 241 eng miteinander kombiniert, und das Einlaßventil 241 ist durch den Kolbenbolzen 233 am Kolben 231 fixiert. Daher kann das Einlaßventil 241 fester und genauer am Kolben 231 fixiert werden.

Hier sind die Abschnitte zur Bildung des Vorsprungs 236 und der Aussparung 237 nicht auf die in der Zeichnung dargestellte Ausführungsform beschränkt, und so kann es möglich sein, daß die Aussparung 237 am Kolben 231 ausgebildet und der Vorsprung 237 im Einlaßventil 241 gebildet ist.

Es wird bevorzugt, daß, wenn der Vorsprung 236 am Einlaßventil 241 gebildet wird und die quadratische Aussparung 237 im Kolben 231 gebildet wird, diese Elemente an einem Abschnitt ausgebildet werden, in welchem die Bewegung des Einlaßventils 241 nicht auftritt und die Anzahl der Elemente 236, 237 nicht einschränkend ist.

Wie in Fig. 17A und 17B dargestellt, befindet sich in einem axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zwischen einem Kolben 331 und einem Einlaßventil 341 ein Zwischenventil 351, das mit den Kolbenöffnungen 331a des Kolbens 331 kommuniziert und durch die Einlaßöffnungs- und Einlaßschließabschnitte 343 geöffnet und geschlossen wird.

Das Zwischenventil 351 besitzt die Form einer kreisförmigen Scheibe mit einer vorherbestimmten Dicke und wird durch Einfügen eines Kolbenbolzens 333 durch ein Loch in deren Mitte fixiert, wobei an deren Seiten zwei Ventillöcher 351a, 351a mit einem bestimmten Abstand ausgebildet sind.

In diesem Fall wird das Zwischenventil 351 durch einfaches Sintern hergestellt, wodurch es nicht

28.10.00

- 22 -

erforderlich ist, die Oberfläche des Kolbens 331 zu härten.

Das Einlaßventil 341 ist auf unbewegliche Weise am Zwischenventil 351 und dem Kolben 331 befestigt, indem die in Fig. 14 und 16 dargestellte fixierte Einlaßventilstruktur angepaßt wird.

Das heißt, in einem Abschnitt des vorderen, äußeren umfänglichen Abschnitts des Zwischenventils 351 ist eine Kerbe 352 mit einer vorherbestimmten Tiefe ausgebildet, welche Wände 352a, 352a' an beiden Seiten besitzt. Ein Abschnitt des Einlaßventils 341 erstreckt sich so, daß er einen Zentrierabschnitt 342 bildet, der in die Kerbe 332 im Zwischenventil eingeführt wird, oder das Einlaßventil wird durch einen quadratischen Vorsprung 336' fixiert, der in eine quadratische Aussparung 337 im Zwischenventil 351 paßt.

Hier wird eine kreisförmige Aussparung mit einer vorherbestimmten Tiefe in einer vorderen Oberfläche des Kolbens 331 gebildet, an der die Kolbenöffnungen 331a für das einströmende Kühlmittel angeordnet sind.

Wie in Fig. 17A und 17B dargestellt, kann durch Anpassung der in Fig. 14 und 16 dargestellten fixierten Einlaßventilstruktur an das Zwischenventil 351 und das Einlaßventil 341 die Zuverlässigkeit des Einlaßventils 341 verbessert werden.

Wie in Figur 18 dargestellt, ist in einem axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine kreisförmige Nabe 447 zur Befestigung des

Kolbenbolzens (nicht dargestellt) ausgebildet, um das Einlaßventil 441 zu fixieren, und an einem äußeren umfänglichen Abschnitt der kreisförmigen Nabe 447 befindet sich ein ringförmiger Öffnungs- und Schließabschnitt zum Öffnen und Schließen der Kolbenöffnungen 431a, 431a des Kolbens 431.

Hier sind die kreisförmige Nabe 447 und der ringförmige Öffnungs- und Schließabschnitt miteinander verbunden.

Wenn daher das Einlaßventil 441 durch den Kolbenbolzen am Kolben fixiert wird, kann, wenngleich die Position des Einlaßventils 441 nicht fixiert ist, die Funktion des Einlaßventils 441 richtig ausgeführt werden, da der Öffnungs- und Schließabschnitt 446 die Kolbenöffnungen 431a, 431a des Kolbens 431 die ganze Zeit über blockiert.

Wie in Figur 19 dargestellt, wird in einem axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der siebenten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Form des Einlaßventils gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung an die Form eines Einlaßventils 541 angewandt, wobei eine Keilnut 544a in einem Fixierloch 544 ausgebildet ist, und ein Keil 538a in einem Bolzenloch 538 ausgebildet ist, das an einem zentralen Abschnitt einer vorderen Oberfläche eines Kolbens 531 fixiert ist.

Und durch Bildung der Keilnut 538a im Einlaßventil 541 und des Keils 533a am Kolbenbolzen 533 zum Fixieren des Einlaßventils 541 wird, wenn der Kolbenbolzen 533 im Bolzenloch 538 des Kolbens 531 bei befestigtem Einlaßventil 541 fixiert wird, eine Mutter 539 am Endabschnitt des Kolbenbolzens 533 verriegelt, der in den



28.10.00

- 24 -

Kolben 531 vorsteht, oder es wird der Kolbenbolzen 533 mittels Abdichtung fixiert.

Das heißt, im axialen Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der siebenten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Einlaßventil wie folgt fester in der richtigen Position fixiert werden.

Nach dem Ausrichten der Keilnut 538a, die im Bolzenloch 538 des Kolbens 531 angeordnet ist, an der Keilnut 544a, die im Fixierloch 544 des Einlaßventils 541 angeordnet ist, wird der Kolbenstift 533, auf dem der Keil 533a ausgebildet ist, eingeführt, und danach wird die Mutter am Ende des Kolbenbolzens 533 befestigt, der in den Kolben 531 vorsteht, oder es wird eine Abdichtung durchgeführt.

Wie oben im Detail beschrieben, besitzt das axiale Strömungsventilsystem für einen linearen Kompressor gemäß der vorliegenden Erfindung eine Doppelauslaßventilkonstruktion einschließlich dem ersten Auslaßventil und dem zweiten Auslaßventil, und durch Anordnen des Anschlags am hinteren Ende des zweiten Auslaßventils kann ein rascheres und zuverlässigeres Öffnen und Schließen des Auslaßventils erzielt werden.

Darüber hinaus kann die Effizienz des linearen Kompressors erhöht werden, indem verhindert wird, daß sich das Einlaßventil axial bewegt, indem verhindert wird, daß das Einlaßventil an der vorderen Oberfläche des Kolbens auf Grund von Öl, das zur Schmierung des Kolbens verwendet wird, steckenbleibt, und indem die Reibung zwischen dem Einlaßventil und dem Kolbenbolzen verhindert wird.

28.10.00

- 25 -

Des weiteren kann auch die Effizienz des linearen Kompressors verbessert werden, indem das Einlaßventil in einer richtigen Position an der vorderen Oberfläche des Kolbens befestigt und auf diese Weise die Zuverlässigkeit des Einlaßventils gesichert wird.

Wenngleich die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zum Zwecke der Veranschaulichung offenbart wurden, werden Fachleute dieses Bereiches anerkennen, daß verschiedene Modifizierungen, Hinzufügungen und Ersetzungen möglich sind, ohne dadurch vom Umfang der Erfindung, wie er in den begleitenden Ansprüchen festgehalten wird, abzuweichen.

07 84 753

28.10.00

PATENTANSPRÜCHE

1. Axiales Strömungsventilsystem in Kombination mit einem linearen Kompressor, umfassend ein erstes und ein zweites Auslaßventil (26; 27), die sich in einer Innenbohrung (25a) einer Kopfabdeckung (25) befinden, die an einem Ende eines Zylinders (21) befestigt ist, ein elastisches Element (29), das an einer Seite der Innenbohrung (25a) der Kopfabdeckung (25) angeordnet ist, um auf elastische Weise das erste und das zweite Auslaßventil (26; 27) zu halten, und ein Einlaßventil (24; 41; 141; 241; 341; 441; 541), das durch einen Kolbenbolzen (23; 333; 533) unbeweglich an einem zentralen Abschnitt eines vorderen Endes eines Kolbens (22; 31; 131; 231; 331; 431; 531) befestigt ist, der sich innerhalb eines Zylinders (21) befindet, um ein Kühlmittel hindurchzuleiten, dadurch gekennzeichnet, daß das axiale Strömungsventilsystem des weiteren umfaßt:

einen Anschlag (28), der zwischen dem zweiten Auslaßventil (27) und dem elastischen Element (29) angeordnet ist, um zu verhindern, daß das zweite Auslaßventil (27) in die Innenbohrung (25a) der Kopfabdeckung (25) gedrückt werden kann, wobei der Anschlag (28) eine ringförmige Aussparung (28a) mit einer vorherbestimmten Tiefe besitzt, die an seiner vorderen Oberfläche ausgebildet ist, und eine Vielzahl an Kühlmittelauslaßöffnungen (28b), die darin an einem Abschnitt desselben angeordnet sind, in dem sie nicht mit einem sich öffnenden und schließenden Auslaßabschnitt (27a) des zweiten Auslaßventils (27) in Berührung kommen.

2. Ventilsystem nach Anspruch 1, wobei das Einlaßventil (24, 41, 141, 241, 441, 541) eng an einem zentralen Abschnitt des vorderen Endes des Kolbens (22, 31, 131, 231, 431, 531) befestigt ist, der innerhalb des Zylinders (21) angeordnet ist.
3. Ventilsystem nach Anspruch 1, wobei eine Kerbe (32, 134, 135) an einem vorderen, äußeren, umfänglichen Abschnitt des Kolbens (31, 131) ausgebildet ist, und ein Positionierabschnitt (42, 142) am Einlaßventil (41, 141) ausgebildet ist, der in die Kerbe (32, 134, 135) im Kolben (31, 131) eingeführt wird.
4. Ventilsystem nach Anspruch 1, wobei der Kolben (231) und das Einlaßventil (241) relativ zueinander mittels mindestens einer Aussparung (237) angeordnet werden, die darin ausgebildet ist, bzw. mittels eines darauf ausgebildeten Vorsprungs (236).
5. Ventilsystem nach Anspruch 1, wobei im Einlaßventil (441) eine kreisförmige Nabe (447) ausgebildet ist, um einen Kolbenbolzen durch diese hindurch zu befestigen, und sich an einem äußeren umfänglichen Abschnitt der kreisförmigen Nabe Kolbenöffnungen (431a) im Kolben (431) befinden, die sich öffnen und schließen.
6. Ventilsystem nach Anspruch 1, wobei eine Keilnut (538a) in einem Bolzenloch (538) des Kolbens (531) ausgebildet ist, und eine weitere Keilnut (544a) in einem Befestigungsloch (544) des Einlaßventils (541) ausgebildet ist, und wobei der Kolbenbolzen (533) mit einem Keil (533a) ausgestattet ist.

7. Ventilsystem nach Anspruch 1, des weiteren umfassend:
- ein Zwischenventil (351), das eng mit einem zentralen Abschnitt des vorderen Endes des Kolbens (331) kombiniert ist, wobei das Einlaßventil (341) das Zwischenventil (351) berührt und am Kolben (331) fixiert ist, ohne von einem Kolbenbolzen (333) hin- und herbewegt zu werden;
  - wobei das Einlaßventil (341) an seinem umfänglichen Abschnitt ein elastisches Element zum Öffnen und Schließen einer Kolbenöffnung (331a), angeordnet in einem vorderen Abschnitt des Kolbens (331), aufweist; und
  - wobei der Kolben (331) ein vertieftes vorderes Ende besitzt.
8. Ventilsystem nach Anspruch 7, wobei das Zwischenventil (351) eine Ventilöffnung (351a) besitzt, die vom Einlaßventil (341) geöffnet und geschlossen wird und mit den Kolbenöffnungen (331a) des Kolbens kommuniziert.
9. Ventilsystem nach Anspruch 7, wobei eine Kerbe (352) an einem vorderen äußeren umfänglichen Abschnitt des Zwischenventils (351) ausgebildet ist und wobei sich ein Positionierabschnitt (342) vom Einlaßventil (341) erstreckt, um in die Kerbe (352) im Zwischenventil (351) eingefügt zu werden.
10. Ventilsystem nach Anspruch 7, wobei das Zwischenventil (351) und das Einlaßventil (341) relativ zueinander durch mindestens eine darin

28.10.00

- 4 -

ausgebildete Aussparung (337) bzw. einen darauf  
ausgebildeten Vorsprung (336') angeordnet werden.

0784 753

28.10.00

1/11

FIG. 1

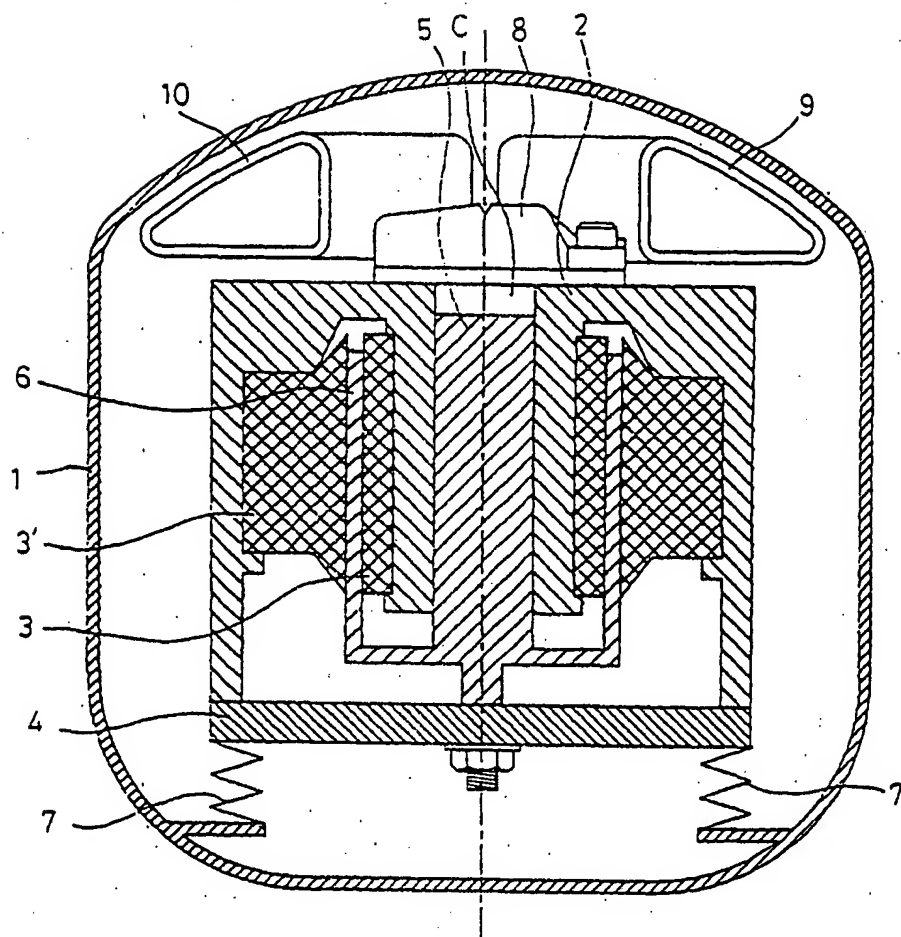


FIG. 2

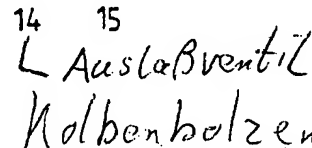


FIG. 3





28.10.00

3/11

FIG. 4

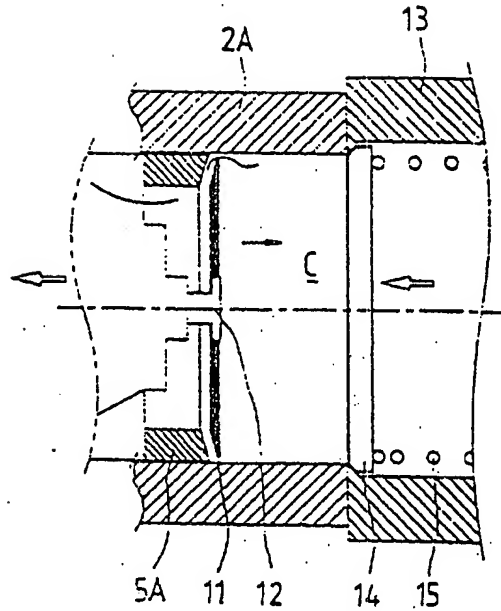
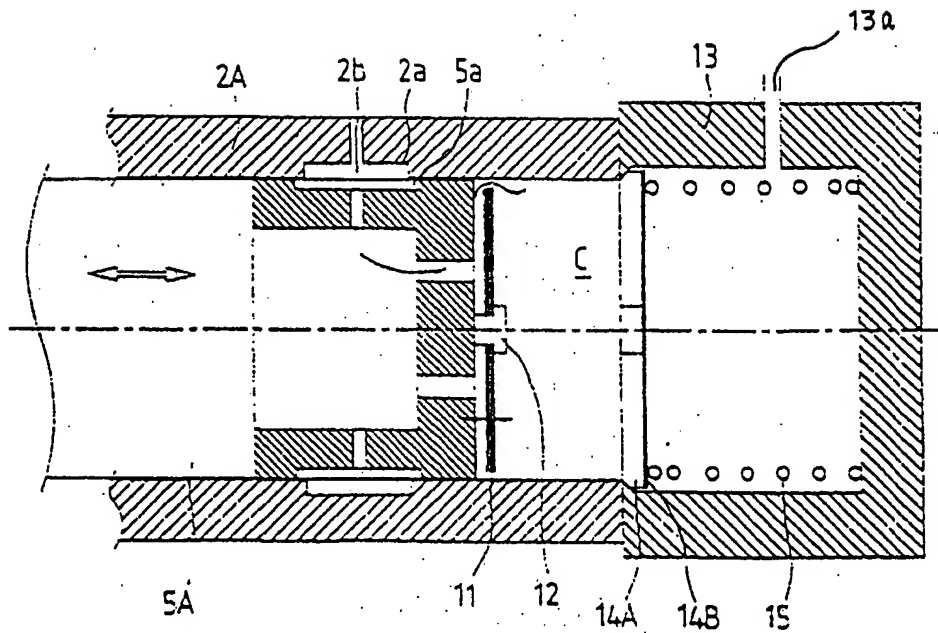


FIG. 5



28.10.00

4/11

FIG. 6

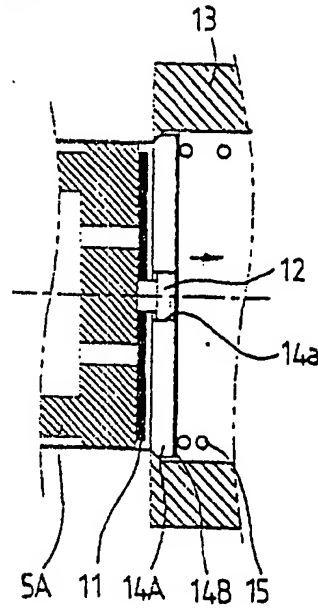


FIG. 7

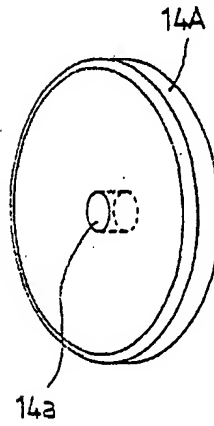


FIG. 8

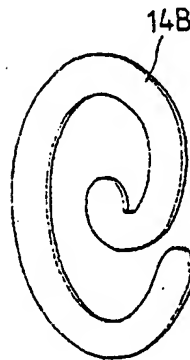
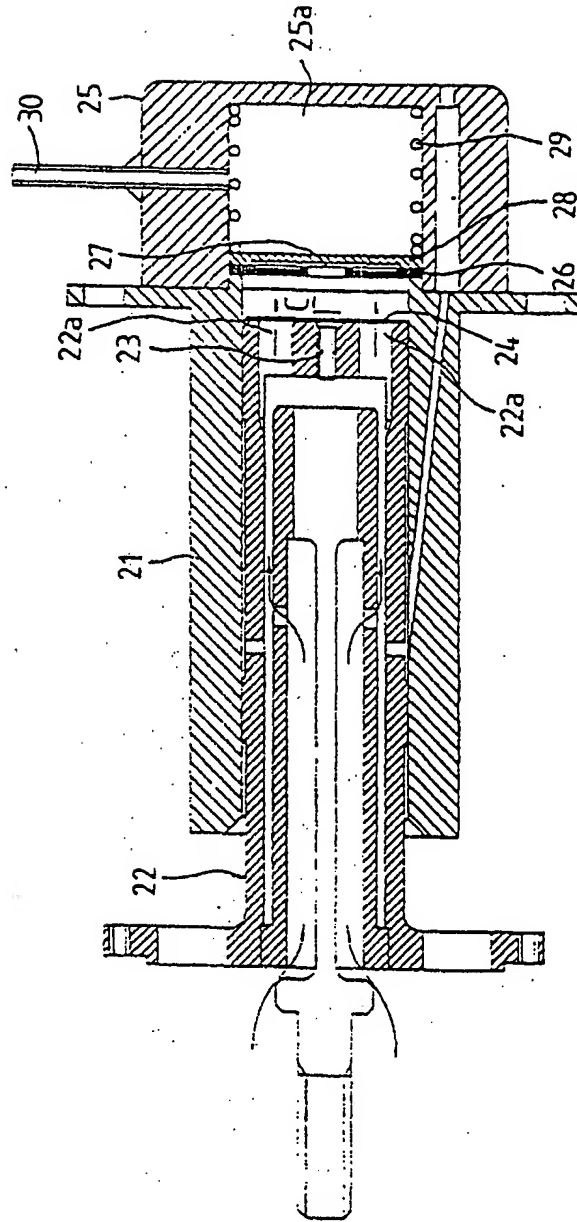


FIG. 9



28.10.00

6/11

FIG. 10

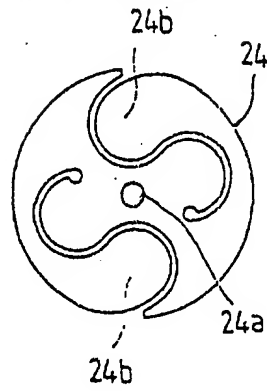


FIG. 11A

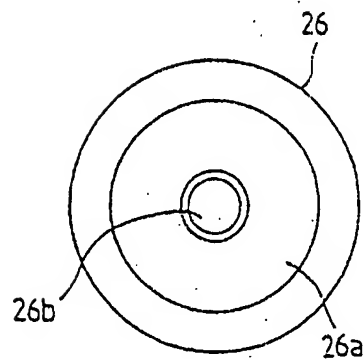
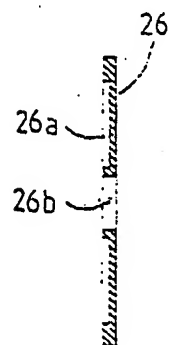


FIG. 11B



28.10.00

7/11

FIG. 12

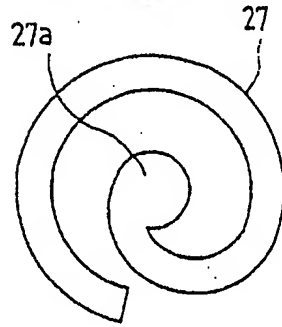


FIG. 13A

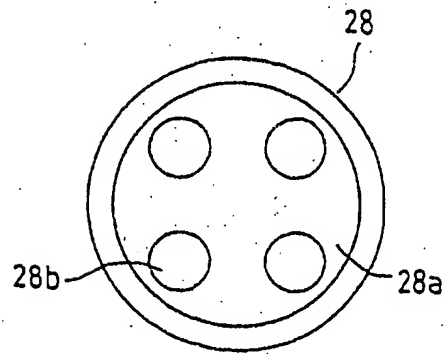
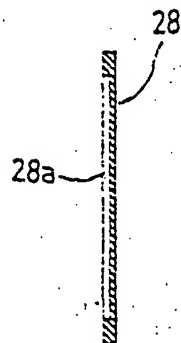


FIG. 13B



8/11

FIG. 14A

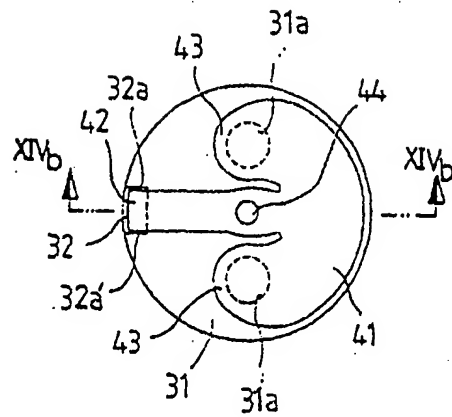


FIG. 14B

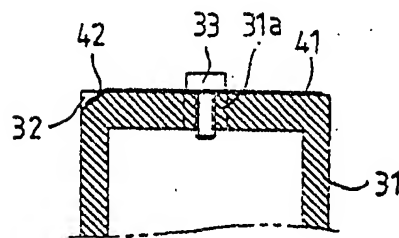
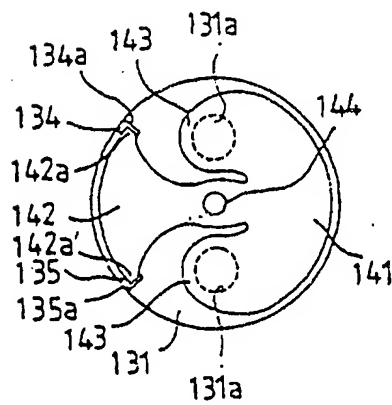


FIG. 15



28.10.00

9/11

FIG. 16A

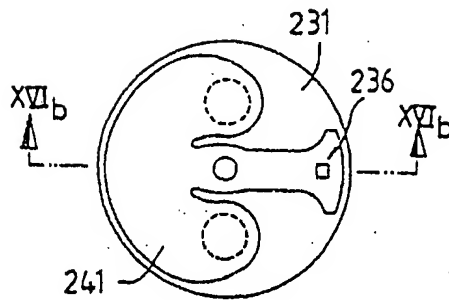
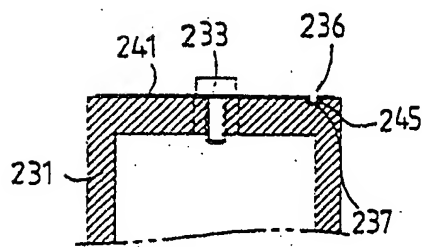
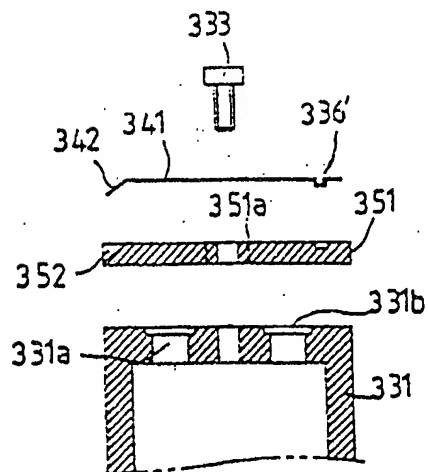


FIG. 16B







11/11

FIG. 18

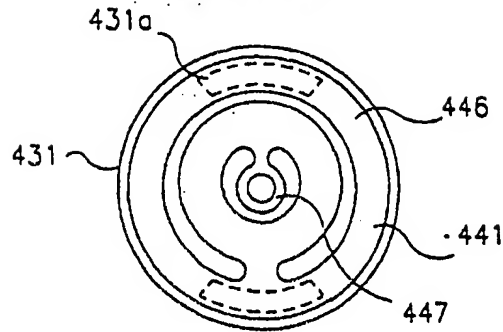


FIG. 19A

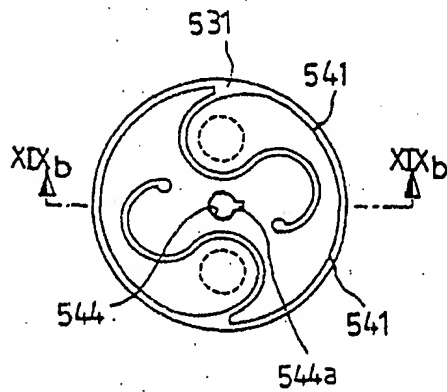
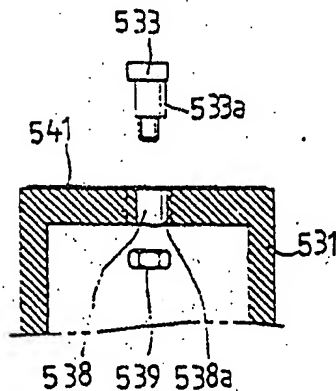


FIG. 19B



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**